

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-033291

(43)Date of publication of application : 20.02.1985

(51)Int.Cl.

C30B 15/00  
C30B 29/06

(21)Application number : 58-139252

(71)Applicant : TOSHIBA CERAMICS CO LTD

(22)Date of filing : 29.07.1983

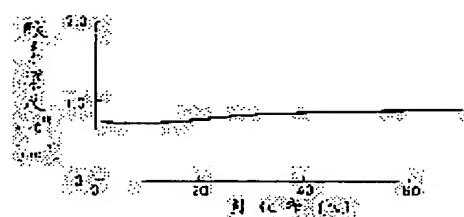
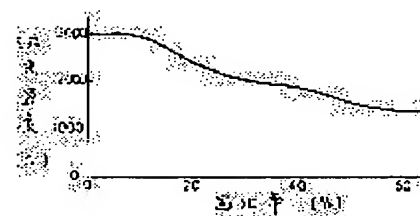
(72)Inventor : TAJI HIDEKAZU  
AKAI KENJI  
YAMATO MITSUHIRO  
SUZUKI OSAMU

## (54) PREPARATION OF SINGLE CRYSTAL SILICON

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain single crystal silicon having uniform concn. of impurity and oxygen in the growth direction and radial direction by changing continuously the strength of magnetic field impressed to the molten silicon in a quartz crucible in accordance with the pulled amt. of single crystal silicon.

**CONSTITUTION:** A seed crystal suspended freely rotatable from the top of a chamber is dipped in molten silicon in a quartz crucible while impressing a magnetic field to the molten silicon, and the seed crystal is pulled up while changing the strength of the magnetic field continuously in accordance with the pulled amt. of the single crystal silicon. For example, pulling of a single crystal is performed by setting preliminarily a program for changing continuously the strength of magnetic strength from 3,000 gauss at the initial stage of pulling to ca. 1,500 gauss at the end stage of pulling to a computer control in order to make uniform the concn. of oxygen in the growth direction of the single crystal silicon. As the result, the difference between the max. value and the min. value of the oxygen concn. in the growth direction of single crystal silicon becomes  $2.0 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ . Therefore, the uniformity is improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-33291

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

C 30 B 15/00  
29/06

識別記号

庁内整理番号

6542-4G  
6542-4G

⑭ 公開 昭和60年(1985)2月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 単結晶シリコンの製造方法

⑯ 特 願 昭58-139252

⑰ 出 願 昭58(1983)7月29日

⑱ 発 明 者	田 路	英 一	秦野市曾屋30番地	東芝セラミックス株式会社内
⑱ 発 明 者	赤 井	賢 治	秦野市曾屋30番地	東芝セラミックス株式会社内
⑱ 発 明 者	大 和	充 博	秦野市曾屋30番地	東芝セラミックス株式会社内
⑱ 発 明 者	鈴 木	修	秦野市曾屋30番地	東芝セラミックス株式会社内
⑲ 出 願 人	東芝セラミックス株式 会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号			
⑳ 代 理 人	弁理士 鈴江 武彦 外2名			

明 細 書

1. 発明の名称

単結晶シリコンの製造方法

2. 特許請求の範囲

チャンパー内に回転自在に支持された石英ルツボ内の熔融シリコンに磁場を印加しながら、前記チャンパー上部から回転自在に吊下された種結晶を浸し、該種結晶を引上げることにより単結晶シリコンを製造する方法において、前記磁場の強さを単結晶シリコンの引上げ量に応じて連続的に変化させることを特徴とする単結晶シリコンの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は高品質の単結晶シリコンの製造方法に関する。

従来、半導体装置の製造に用いられる単結晶シリコンは主にチヨクラルスキー法(CZ法)により製造されている。この方法はチャンパー内に回転自在に支持された石英ルツボ内にシリコン原料を入れて熔融させ、この熔融シリコンに

チャンパー上部から回転自在に吊下された種結晶を浸し、この種結晶を引上げることにより単結晶シリコンを製造するものである。

しかし、熔融シリコンの対流によって、単結晶シリコンの成長方向及び径方向のいずれにおいても不純物濃度、酸素濃度の均一性が悪くなり、単結晶シリコンの品質が低下する原因となっていた。

そこで、上記CZ法において熔融シリコンに磁場を印加することにより対流を抑制し、単結晶シリコンの品質向上を図ろうとする方法(以下、MCZ法と略称する)が知られている。

しかし、上記MCZ法でも単結晶シリコン中の不純物濃度、酸素濃度の均一性をそれほど改善できるわけではないことが判明した。

例えば、第1図及び第2図に磁場の強さをそれぞれ0(従来のCZ法)、1000、1500、2000及び3000ガウスとして一定に保持した場合のシリコンの固化率と酸素濃度及び比抵抗値との関係を示す。

第1図から酸素濃度は固化率(引上率)の増加とともに減少し、また磁場の強さに比例して小さくなることわかる。酸素濃度の最大値と最小値との差は0ガウスの場合、約 $7.5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ であるのに対し、3000ガウスの場合、約 $3.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ となり、均一性は若干改善されるだけである。

また、第2図から比抵抗値も固化率(引上率)の増加とともに減少し、磁場の強さに比例して若干大きくなるが、磁場の強さに対する依存性は少ないことわかる。比抵抗値の最大値と最小値との差は0ガウスの場合、約 $1.1 \Omega \cdot \text{cm}$ であるのに対し、3000ガウスの場合、約 $0.75 \Omega \cdot \text{cm}$ となり、均一性は若干改善されるだけである。

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、単結晶シリコンの成長方向、径方向のいずれにおいても不純物濃度と酸素濃度を均一化し得る単結晶シリコンの製造方法を提供しようとするものである。

本発明者らは従来のMCZ法によつては単結晶シリコン中の不純物濃度、酸素濃度の均一性が

それほど改善されない理由について種々検討した。その結果、熔融シリコンの対流の強さは融液量の影響を受けるにもかかわらず、従来のMCZ法では磁場の強さを一定としているため融液量の変化に応じて対流を抑制することができず、単結晶シリコン中の物性値を均一化することができないということを究明し、本発明をなすに至った。

すなわち、本発明の単結晶シリコンの製造方法は熔融シリコンに印加する磁場の強さを単結晶シリコンの引上げ量に応じて連続的に変化させることを特徴とするものである。

このように磁場の強さを連続的に変化させれば、融液量の変化に伴う対流の強さの変化に応じて有効に対流を抑制することができるので、単結晶シリコンを高品質化することができる。

以下、本発明の実施例を第3図～第6図を参照して説明する。

単結晶シリコンの成長方向の酸素濃度を均一化するために、予めコンピュータ・コントロ

ールに第3図に示すような磁場の強さを引上げ初期の3000ガウスから連続的に引上げ終期の約1500ガウスまで変化させるプログラムを与えておき、単結晶シリコンの引上げを行なった。

この結果、第4図に示す如く、単結晶シリコンの成長方向の酸素濃度の最大値と最小値との差は約 $2.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ となり、均一性を改善することができた。

また、既述したように比抵抗値は磁場の強さに対する依存性が少ないので、第5図に示す如く、従来の方法と比較してほとんど変化がない。

なお、単結晶シリコンの頸部において径方向の酸素濃度を調べたところ第6図に示す如く、最大値と最小値との差は従来のCZ法(磁場を印加しない場合、図中曲線I)では約 $4.5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ であったのに対し、本発明方法(図中曲線II)では約 $1.8 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ となり、径方向においても均一性が改善されていることがわかった。また、図示しないが、径方向の比抵抗値についても均一性が改善されていることが確認された。

なお、上記実施例では単結晶シリコン中の酸素濃度の均一性を改善することを主な目的としたが、磁場の強さの変化方法を変えれば比抵抗値の均一性をより改善することもできる。

また、コンピュータによつて磁場の強さだけでなく、結晶回転数、ルツボ回転数などの駆動条件や融液面の温度を同時にコントロールすれば、より一層単結晶シリコンを高品質化することができる。

更に、本発明方法はシリコンだけでなく他の導電性の物質にも適用でき、また、どのような引上装置にも適用できる。

以上詳述した如く、本発明によれば単結晶シリコンの成長方向、径方向のいずれにおいても不純物濃度と酸素濃度を均一化し得る単結晶シリコンの製造方法を提供できるものである。

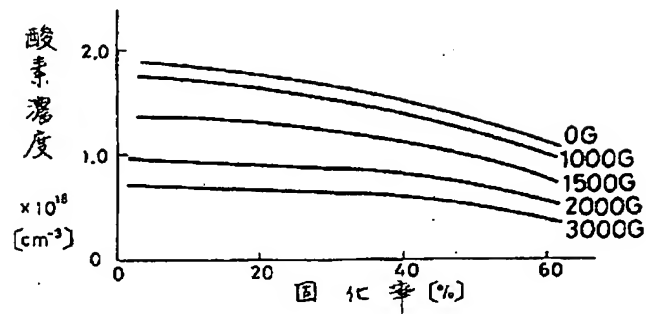
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の方法による単結晶シリコンの固化率と酸素濃度との関係を示す線図、第2図は従来の方法による単結晶シリコンの固化率と

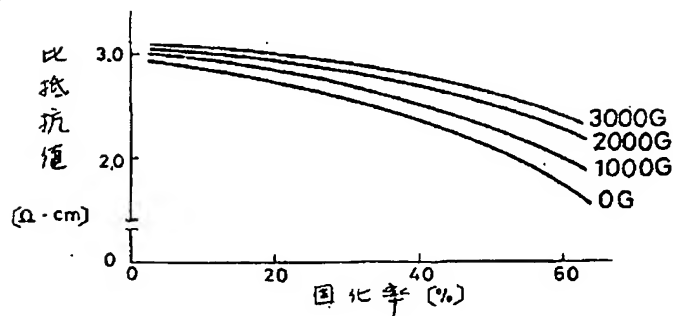
比抵抗値との関係を示す線図、第3図は本発明方法の実施例における磁場の強さの変化を示す線図、第4図は本発明方法の実施例における単結晶シリコンの固化率と酸素濃度との関係を示す線図、第5図は本発明方法の実施例における単結晶シリコンの固化率と比抵抗値との関係を示す線図、第6図は従来方法及び本発明方法の実施例における径方向の酸素濃度分布を示す線図である。

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

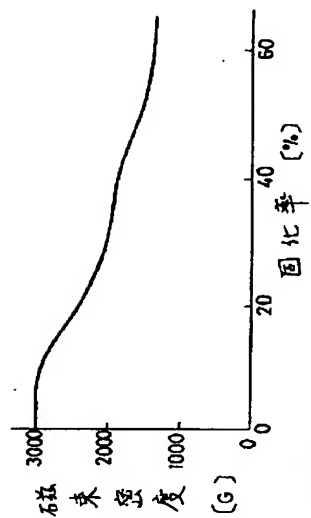
第 1 図



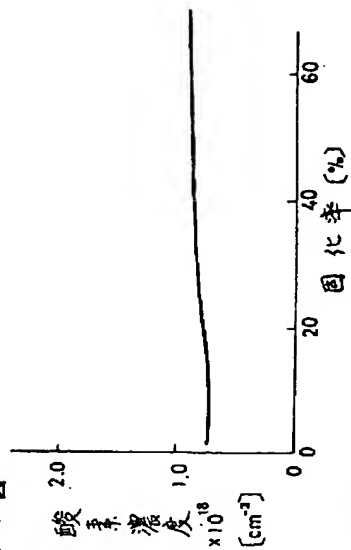
第 2 図



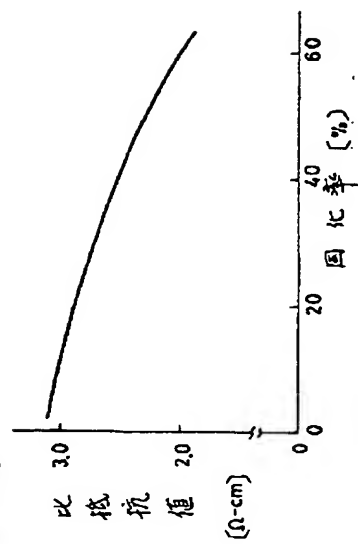
第 3 图



第 4 图



第 5 图



第 6 图

